

HYDROGÉOLOGIE

Ricolvi M. 1987. Hydrogéologie In : Élevage et potentialités pastorales sahéliennes. Synthèses cartographiques. Burkina Faso = Animal husbandry and sahelian pastoral potentialities. Cartographic synthesis. Burkina Faso. CIRAD-IEMVT - FRA. Wageningen : CTA-CIRAD-IEMVT, 13. ISBN 2-85985-121-6 ; 2-85985-124-0

La majeure partie du pays est occupée par un bâti cristallin et métamorphique précambrien qui appartient à la région centrale du craton ouest-africain. Ce socle disparaît du nord à l'ouest ainsi qu'au sud-est sous les formations grés-schisteuses de l'Infracambrien. A l'extrême nord-ouest, des dépôts continentaux attribués au Continental Terminal, recouvrent en discordance les formations pré et infracambriennes.

Le socle cristallin qui représente 85 % de la superficie du territoire burkinabé est constitué de deux unités bien différenciées par leurs caractères lithologiques et structuraux : l'**Antébirrimien** noyau ancien du socle, représenté essentiellement par des granitoides (granits, migmatites) mis en place par l'orogénèse libérienne et le **Birrimien** constitué de séries volcano-sédimentaires déposées dans les fossés d'effondrement du vieux socle. Les séquences lithologiques du Birrimien sont complexes ; on distingue schématiquement : une formation volcanique de base à basaltes et andésites, un terme volcano-sédimentaire médian composé d'alternances de laves acides, tufs volcaniques, argiles et grès et une unité terminale discordante essentiellement détritique (conglomérats, grès, flysch). Ces formations sont plus ou moins métamorphisées et recoupées par des granites syn à tarditectoniques mis en place au cours de l'orogénèse éburnéenne.

Le socle est recouvert des produits de son altération. La puissance et la composition lithologique du recouvrement varient avec la nature de la roche mère, l'intensité de la fracturation et les conditions climatiques.

L'**Infracambrien** du nord et de l'ouest du pays appartient à l'extrémité sud du bassin de Taoudeni. A l'ouest (région de Bobo-Dioulasso) l'Infracambrien est représenté par une puissante série gréseuse tabulaire dans laquelle s'intercalent deux niveaux schisteux ou schisto-dolomitiques. La puissance totale de cette formation serait supérieure à 1 500 m. Au nord, la sédimentation est plus hétérogène : aux grès de base succède une série de schistes argileux à intercalations calcaires. Les formations carbonatées s'épaississent d'est en ouest jusqu'à atteindre un minimum de 150 m.

L'Infracambrien affleurant au sud-est du pays constitue la bordure septentrionale du bassin des Voltas. Il est représenté par des grès fins à rares intercalations dolomitiques. Vers le sud, l'Infracambrien disparaît sous des formations schisto-gréseuses attribuées au Cambroordovicien.

Le **Continental Terminal** s'étend sur 300 km le long de la frontière nord-ouest du Mali (plaine du Gondo). Il est représenté par des dépôts fluviolacustres sableux, sablo-argileux et argileux provenant du démantèlement des reliefs proches. La sédimentation serait grossière au contact des grès infracambriens et argileuse à proximité du socle cristallin. La puissance du Continental Terminal dans sa partie burkinabé est supérieure à 50 m.

Les principaux systèmes aquifères

Les aquifères discontinus du socle cristallin

Les réservoirs

Les roches compactes du socle cristallin sont imperméables. Cependant, l'intense fracturation d'origine tectonique qui affecte le bâti a donné naissance à un réseau de discontinuités ouvertes capables de stocker et conduire les eaux infiltrées. L'ouverture des fractures est maximale dans la partie supérieure des massifs exposée aux attaques physicochimiques du milieu extérieur. Cette frange altérée/fissurée est la fraction la plus perméable et la plus capacitive des réservoirs de socle.

Les roches cristallines sont en général recouvertes de produits d'altération meubles à prédominance argileuse. Ces altérations, lorsqu'elles sont saturées, constituent un aquifère continu très peu perméable mais fortement capacitif.

En définitive, les aquifères de socle peuvent être représentés schématiquement par deux réservoirs superposés communicants, un réservoir supérieur (les altérations) qui assure par sa grande porosité la fonction stockage et un réservoir inférieur (le socle fracturé, fissuré) transmissif. C'est par l'intermédiaire du réseau de fractures qu'il sera possible de mobiliser les ressources contenues dans les altérations sus-jacentes.

Identification des zones favorables à l'exploitation

Le nombre de forages réalisés à ce jour dans le socle burkinabé est estimé à 7 000. On dispose de données géologiques et hydrogéologiques précises et détaillées sur 2 000 d'entre eux. L'analyse statistique de ces données a permis de mettre en évidence les facteurs qui influent sur le taux de succès d'une campagne de forages, c'est-à-dire la probabilité d'obtenir un débit donné. La quasi-totalité des forages réalisés au Burkina est destinée à l'alimentation en eau potable des villages ; le débit minimum demandé est de 0,5 m³/h. On montre que le taux de succès pour un débit cible de 0,5 m³/h est influencé par l'épaisseur d'altération, l'environnement morpho-tectonique et la lithologie du socle.

Le taux de succès croît avec la puissance de recouvrement jusqu'à atteindre un maximum (94 %) lorsque l'épaisseur est comprise entre 50 et 60 m. Au-delà, l'échantillonnage trop réduit ne permet pas d'établir des relations fiables. La relation épaisseur/taux de succès est de la même forme quelle que soit la lithologie de substratum.

La proximité d'accidents tectoniques majeurs, lieux de développement privilégié de la fracturation est un facteur déterminant lorsque l'épaisseur d'altération est inférieure à 25 m. Les forages implantés au droit des accidents plurikilométriques, ou mieux, sur leurs intersections, ont des probabilités de réussite de l'ordre de 80 %.

La lithologie du socle a une influence sensible sur la réussite du forage comme le montrent les résultats suivants :

	granites antébirrimiens	schistes birrimiens	roches vertes birrimiennes	granites post tectoniques
taux de succès %	76 à 80	77	82 à 88	25 à 50

Les roches vertes birrimiennes présentent le taux de succès le plus élevé, c'est-à-dire la densité de fissuration la plus homogène. Inversement, dans les granites jeunes ou régénérés, souvent subaffleurants, l'extension des zones aquifères est très réduite.

Le croisement de ces trois facteurs permet de distinguer les zones favorables à l'exploitation des aquifères de socle par forages à débit égal ou supérieur à 0,5 m³/h. Il faut noter que lorsque le débit-cible croît le taux de succès ne semble plus lié à des conditions hydrogéologiques définies. Autrement dit, la mise à jour de débits ponctuels de quelques m³/h est encore totalement aléatoire.

Productivité des captages

L'analyse des performances de 460 sondages réalisés dans la partie centrale du Burkina permet de connaître la distribution des valeurs de débits fournis par les aquifères de socle (cf. fig). On note que 42 % des sondages produisent moins de 1 m³/h, 42 % ont un débit compris entre 1 et 5 m³/h et 16 % fournissent plus de 5 m³/h. La profondeur du niveau de l'eau en pompage est comprise entre 10 et 60 m pour la gamme de débits 0,5 - 10 m³/h.

Ressources exploitables

Comme tout aquifère d'extension réduite où les capacités de stockage de l'eau sont faibles, les aquifères de socle voient leurs ressources exploitables à long terme limitées aux seules ressources renouvelables, c'est-à-dire à la fraction de la pluie qui, chaque année, contribue à leur alimentation.

La recharge annuelle par les pluies des aquifères de socle du Burkina a fait l'objet d'une étude récente (3). Les valeurs calculées pendant la période 1954-1986 sur 4 stations d'observations sont les suivantes :

RÉGION Station	NORD Katchari	CENTRE Silmissin Barogo		SUD Sidéradougou
Recharge annuelle minimum (mm/an)	99	175	130	160
Recharge annuelle maximum (mm/an)	200	325	338	425
Recharge annuelle moyenne (mm/an)	138	256	226	271
Coefficient de recharge moyen (recharge moyenne/pluie moyenne)	0,26	0,31	0,27	0,25

Ces lames d'eau infiltrées représentent les ressources exploitables théoriques. Pratiquement, il n'est pas possible de prélever au moyen de forages la totalité des volumes disponibles. Le « rendement », rapport entre les volumes prélevés et disponibles varie en fonction des paramètres hydrauliques et de la géométrie du champ de captage. On peut l'estimer grossièrement à 0,5. Dans cette hypothèse, les ordres de grandeur des ressources effectivement exploitables, par unité de surface et par an, sont les suivants :

Régions	Recharges mm/an	Ressources théoriques m ³ /an/km ²	« Rendements » de l'exploitation	Ressources exploitables m ³ /an/km ²
Nord	138	138 000	0,5	69 000
Centre	226*	226 000	0,5	113 000
Sud	271	271 000	0,5	136 000

* valeur minimale : Barogo .

Les ressources disponibles dans les aquifères de socle sont donc loin d'être négligeables. A titre indicatif, un champ de captages exploitant 1 km² de nappe permet d'alimenter en eau potable une population rurale de 10 000 à 19 000 habitants (à raison de 20 l/j/hab) ou d'irriguer 5 à 10 ha de cultures maraîchères.

La nappe des grès infracambriens

Le bassin de Bobo-Dioulasso, par son extension (35 000 km²) et la puissance des formations perméables accumulées (1 500 m) est probablement le réservoir le plus intéressant du pays.

L'aquifère superficiel a été reconnu par 200 forages d'hydraulique villageoise dont la profondeur ne dépasse pas 120 m. Tous les forages ont recoupé un plan d'eau. On note cependant que les débits (2 à 20 m³/h) sont plus élevés à proximité des grandes fractures que dans les zones non tectonisées ; il s'agit donc d'un aquifère de type semi-continu.

L'empilement de strates de perméabilités différentes (conglomérats, grès de granulométrie variée plus ou moins bien cimentés, schistes) doit constituer un système aquifère multicouche. Des forages de reconnaissance profonde implantés au centre du bassin, devraient rencontrer des horizons plus productifs que l'aquifère superficiel actuellement exploité. Il n'est pas exclu que des captages profonds situés dans les zones basses (vallée de la Volta Noire) soient jaillissants.

L'aquifère karstique de l'Oudalan

Les formations carbonatées infracambriennes de l'extrême nord de l'Oudalan ont été reconnues et testées par 12 forages de 40 à 170 m de profondeur implantés le long du cours supérieur du Béli. Le forage Christine a fourni 90 m³/h pour 0,3 m de rabattement ; 7 forages ont donné de 2 à 6 m³/h et 4 forages sont secs. L'hétérogénéité des résultats est la conséquence de la nature karstique de l'aquifère.

Il est certain que de nouveaux captages à débit instantané élevé peuvent être réalisés. Cependant, les prélèvements seront limités par l'extension réduite de l'aquifère carbonaté et la faiblesse des précipitations.

Le Continental Terminal de la plaine du Gondo

Les sables et sables argileux du Continental Terminal occupent une superficie d'environ 8 000 km² en territoire burkinabé. Seule l'extrémité orientale, au nord de Djibo, a été reconnue par 11 forages d'hydraulique villageoise. Les débits obtenus varient entre 1 et 10 m³/h. Ces résultats ne sont pas représentatifs des possibilités réelles de la nappe. La technique de foration utilisée (marteau fond de trou) ne permettant pas de pénétrer les formations meubles, ces ouvrages ne captent que quelques mètres de nappe. Des forages plus profonds (100 à 150 m) implantés au

nord des grès infracambriens, région où l'aquifère est plus épais et plus sableux, devraient permettre d'obtenir des débits compris entre 10 et 50 m³/h.

Perspectives de développement

La mise au point de techniques de forage des roches dures, rapides et peu coûteuses et l'évolution de nos connaissances sur les aquifères liés aux réseaux de fractures ont permis d'évaluer le potentiel aquifère des régions de socle considérées encore récemment comme dépourvues d'eau souterraine.

Les aquifères de socle sont particulièrement bien adaptés à la fourniture d'eau potable en milieu rural où la dispersion de l'habitat nécessite de nombreux points d'eau à faible débit. Il y a actuellement 6 000 forages en exploitation dans le pays. On estime à 11 500 le nombre de forages à réaliser d'ici 1990 pour alimenter en eau potable les 7 500 villages du Burkina. La quasi totalité des besoins, estimés à 60 millions de m³/an, sera satisfaite à partir des ressources en eau contenues dans le socle.

Le recours aux eaux souterraines est également possible en hydraulique urbaine ; 66 villes de plus de 5 000 habitants ainsi que les quartiers périphériques de la capitale seront équipés d'adductions centralisées alimentées par forages.

Les cultures irriguées, encore aujourd'hui limitées aux abords des retenues, peuvent être développées à partir de l'eau souterraine : petits périmètres en zone de socle, réalisations plus importantes dans le bassin de Bobo-Dioulasso.

Enfin, dans l'extrême nord du pays, région à vocation pastorale, la nappe du Continental Terminal et le karst infracambrien totalement inexploités, permettront de valoriser des pâturages actuellement inutilisés faute de points d'eau pérennes.

BIBLIOGRAPHIE

1. **Armand C.** — Hydraulique villageoise dans l'ORD du Sahel - Burkina Faso BRGM, 1982.
2. **Armand C.** — Programme d'Hydraulique villageoise dans la région centrale du Burkina Faso-BRGM, 1984.
3. **BRGM - Aquater** — La recharge naturelle des aquifères de socle sous climats sahélien et soudanien. Etude expérimentale au Burkina Faso - BRGM, 1986.
4. **Burgeap** — Projet d'Hydraulique villageoise Yatenga et Comoé. Rapport de fin de Projet BURGEAP, 1985.
5. **Engalenc M.** — Méthode d'étude et de recherche de l'eau souterraine des roches cristallines de l'Afrique de l'Ouest. Géohydraulique, 1978-1981.
6. **Hottin G. et Ouedraogo O.F.** — Carte géologique à 1/1 000 000 de la République de Haute-Volta. BRGM, 1975.
7. **Plote H.** — Programme d'Hydraulique du Sahel. BRGM/SCET INTERNATIONAL, 1973.
8. **Ricolvi M.** — Programme d'Hydraulique villageoise du Conseil de l'Entente 1^{ère} phase. Burkina Faso. BRGM, 1984.
9. **Sourisseau B.** — Hydraulique villageoise dans le département du Sahel. BRGM, 1981.
10. **USAID** — Evaluation finale Projet Hydraulique villageoise. USAID/Burkina Faso, 1986.

COUPE DU PROFIL D'ALTÉRATION DU SOCLE CRISTALLIN

